

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-221637

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.CI.

G01C 19/56  
G01P 9/04  
G01P 15/14  
G01P 21/02  
H01L 41/08  
H01L 41/09

(21)Application number : 2000-028424

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.02.2000

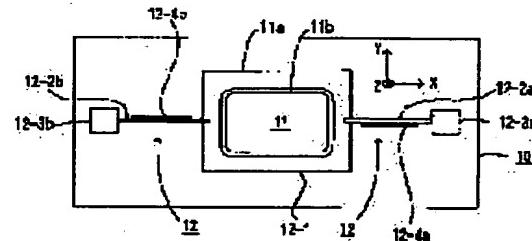
(72)Inventor : NAGAO MASARU  
HASHIMOTO MASAHIKO  
SENDA HIDEKI  
SENDA KAZUMI  
OKAYAMA TSUNEHISA  
SEGAWA TSUTOMU  
YOKOYAMA ATSUKO

## (54) PHYSICAL QUANTITY DETECTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accurately diagnose the failure of an angular velocity detector.

**SOLUTION:** This angular velocity detector is provided with a sensor package 11 and a support part 12. The sensor package includes an oscillator, that is supported so that the oscillator vibrates in the X-axis and Y-axis directions on a substrate together with a base 10 fixed to a detecting body to be detected, a driving means vibrating in the X-axis direction with respect to the substrate of the oscillator, a detecting means for detecting vibration in the Y-axis direction to the substrate of the oscillator. The support part 12 is provided with supports 13-a, 13-b for the drive part installed on the base and a diagnostic driving part that is supported by these supports 13-a, 13-b and herewith supports the sensor package. Then the sensor package is rotated and vibrated by providing driving signals to piezoelectric elements 12-4a, 12-4b of the supports 13-a, 13-b and the failure diagnosis is conducted, based on the detected result by the detecting means, when the failure diagnosis or the angular velocity detecting function is made.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.10.2003

**THIS PAGE BLANK**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-221637

(P2001-221637A)

(43)公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51)Int.Cl.  
G 0 1 C 19/56  
G 0 1 P 9/04  
15/14  
21/02  
H 0 1 L 41/08

識別記号

F I  
G 0 1 C 19/56  
G 0 1 P 9/04  
15/14  
21/02  
H 0 1 L 41/08

デマコード(参考)  
2 F 1 0 5

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-28424(P2000-28424)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22)出願日

平成12年2月4日 (2000.2.4)

(72)発明者 長尾 勝

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 橋本 雅人

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100088971

弁理士 大庭 咲夫 (外1名)

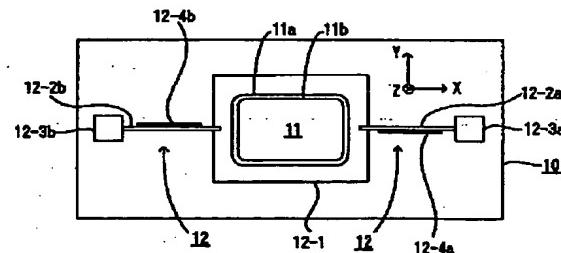
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物理量検出装置

(57)【要約】

【課題】 角速度検出装置の故障診断を精度よく行うこと。

【解決手段】 この角速度検出装置は、センサパッケージ11と支持部12とを備えている。センサパッケージは、被検出体に固定された基体10とともに運動する基板上でX軸及びY軸方向に振動可能に支持された振動子と、同振動子を基板に対しX軸方向に振動する駆動手段と、同振動子の基板に対するY軸方向の振動を検出するための検出手段とを含んでいる。支持部12は、前記基体に立設された駆動部支持体13-a, 13-bと、この駆動部支持体に支持されるとともに前記センサパッケージを支持する診断用駆動部とを備えている。そして、角速度検出機能の故障診断時においては、駆動部支持体の圧電素子12-4a, 12-4bに駆動信号を与えることにより、センサパッケージを回転振動させ、その際の前記検出手段の検出結果に基づいて故障診断を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被検出体に支持された基板と、前記基板上にて互いに直交するX軸方向及びY軸方向に振動可能となるように同基板に支持された振動子と、前記振動子を前記基板に対してX軸方向に振動させるための駆動手段と、前記振動子の前記基板に対するY軸方向の振動を検出するための検出手段とを備え、前記振動子をX軸方向に振動させた状態でX軸及びY軸に直交したZ軸回りに作用する角速度を同振動子のY軸方向の振動に基づいて検出する物理量検出装置において、

前記被検出体の運動とは独立して前記振動子に前記Z軸回りの回転力を付与する診断用回転力付与手段と、前記診断用回転力付与手段により前記Z軸回りの回転力が前記振動子に作用している際の前記振動子の振動状態に基づいて前記角速度の検出機能の故障診断を行う診断手段とを備えたことを特徴とする物理量検出装置。

【請求項2】前記診断用回転力付与手段は、前記基板を前記被検出体に対して回転振動させる基板振動手段である請求項1に記載の物理量検出装置。

【請求項3】前記診断用回転力付与手段は、前記振動子を前記基板に対して回転振動させる振動子振動手段である請求項1に記載の物理量検出装置。

【請求項4】前記診断手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて前記検出機能の故障診断を行う請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の物理量検出装置。

【請求項5】被検出体に支持された基板と、前記基板に振動可能に支持された振動子と、  
サーボ制御信号に応じて前記振動子の所定方向の振動を抑制するサーボ力を発生するサーボ力発生手段と、  
前記振動子の前記所定方向の振動を表す信号に基づいて同振動子の同所定方向の振動を抑制するよう前記サーボ制御信号を形成し、同形成したサーボ制御信号を前記サーボ力発生手段に供給するサーボ制御回路と、  
前記発生されたサーボ力の大きさに基づいて前記被検出体に関する物理量を検出する検出手段とを備えた物理量検出装置において、  
前記サーボ制御信号に診断用信号を重畳する診断信号重畠手段と、  
前記診断用信号が重畠されている際の前記振動子の振動状態に応じて前記物理量の検出機能の故障診断を行う診断手段とを備えたことを特徴とする物理量検出装置。

【請求項6】前記診断手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて前記検出機能の故障診断を行う請求項5に記載の物理量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板に振動可能に支持された振動子の振動に基づいて物理量を検出する（即ち、物理量検出機能を有する）物理量検出装置に係り、特に、その物理量検出機能の故障診断を行うことを

可能とした物理量検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、特開平9-236436号公報に開示されているように、基板上にて互いに直交するX軸方向及びY軸方向に振動可能に支持された振動子と、振動子をX軸方向に振動させる駆動手段と、振動子のY軸方向の振動を検出する検出手段とを備え、振動子をX軸方向に振動させた状態で、X軸及びY軸に直交したZ軸回りに作用する角速度を同振動子のY軸方向の振動に基づいて検出する角速度検出装置（物理量検出装置）が知られている。また、上記公報には、このような角速度検出装置の故障診断を行うため、（1）振動子をX軸方向に通常時よりも大きく振動させることによりX軸方向の振動系の機能を診断する方法、（2）振動子をY軸方向に強制的に振動させることによりY軸方向の振動系の機能を診断する方法、（3）振動子をZ軸方向に強制的に変位させる電圧を印加して同電圧に対する実際の変位から振動子が可動状態で支持されているか否かを診断する方法が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の故障診断技術では、振動子がX、Y、Zの各軸の方向に振動するか否かを個別に診断することはできるが、角速度検出装置が検出すべきZ軸回りの角速度が実際に被検出体に生じた場合に、同装置がその角速度を確実に検出するか否かを診断できないという問題がある。

【0004】

【本発明の概要】本発明は、上記課題に対処すべくなされたものであり、その特徴は、被検出体に支持された基板と、前記基板上にて互いに直交するX軸方向及びY軸方向に振動可能となるよう同基板に支持された振動子と、前記振動子を前記基板に対してX軸方向に振動させるための駆動手段と、前記振動子の前記基板に対するY軸方向の振動を検出するための検出手段とを備え、前記振動子をX軸方向に振動させた状態でX軸及びY軸に直交したZ軸回りに作用する角速度を同振動子のY軸方向の振動に基づいて検出する物理量検出装置において、前記被検出体の運動とは独立して前記振動子に前記Z軸回りの回転力を付与する診断用回転力付与手段と、前記診断用回転力付与手段により前記Z軸回りの回転力が前記振動子に作用している際の前記検出手手段の検出結果に基づいて前記角速度の検出機能の故障診断を行う診断手段とを備えたことにある。

【0005】このように構成した本発明の物理量検出装置においては、被検出体にZ軸回りの角速度が生じると、X軸方向に振動している振動子は基板から同Z軸回りの回転力を受ける。このため、振動子にはY軸方向のコリオリ力が作用し、同振動子はY軸方向に振動する。一方、診断用回転力付与手段は、前記被検出体の運動とは独立して前記振動子に前記Z軸回りの回転力を付与す

る。また、診断手段は、前記診断用回転力付与手段によるZ軸回りの回転力が振動子に付与されている際に、同振動子の振動状態に基づいて角速度検出機能の故障診断を行う。

【0006】即ち、上記物理量検出装置は、被検出体にZ軸回りの角速度が生じたときに振動子に付与される力（回転力）を、角速度検出機能の診断時において被検出体の運動とは独立して同振動子に付与することが可能である。従って、被検出体に実際にZ軸回りの角速度が生じた際に、振動子が確実に振動し得るか否かを診断できるため、物理量検出装置の故障診断を精度良く行うことができる。

【0007】この場合において、前記診断用回転力付与手段は、前記基板を前記被検出体に対して回転振動させる基板振動手段とすることができる。

【0008】これによれば、被検出体に角速度が発生した際に物理量検出装置に生じる状況と同じ状況を、被検出体の運動とは独立して同物理量検出装置に与えることができるため、同物理量検出装置の検出機能が確実に作動するか否かを診断することができる。

【0009】また、前記診断用回転力付与手段は、前記振動子を前記基板に対して回転振動させる振動子振動手段とすることもできる。

【0010】これによれば、診断用回転力付与手段を簡単な構成で形成することができる。振動子は、元来、駆動手段により基板に対して振動される構造を有するものであるから、同様な構造を採用することにより同振動子を基板に対して回転振動させることができるように達成できるからである。

【0011】また、上記特徴を有する物理量検出装置において、前記診断手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて前記検出機能の故障診断を行うように構成することが好適である。

【0012】これによれば、角速度の検出時に使用する検出手手段の検出結果に基づいて検出機能の故障診断を行うこととなるため、振動子のみでなく検出手手段までを含めた物理量検出装置全体の故障診断を行うことができる。

【0013】本発明の他の特徴は、被検出体に支持された基板と、前記基板に振動可能に支持された振動子と、サーボ制御信号に応じて前記振動子の所定方向の振動を抑制するサーボ力を発生するサーボ力発生手段と、前記振動子の前記所定方向の振動を表す信号に基づいて同振動子の同所定方向の振動を抑制するように前記サーボ制御信号を形成し、同形成したサーボ制御信号を前記サーボ力発生手段に供給するサーボ制御回路と、前記発生されたサーボ力の大きさに基づいて前記被検出体に関する物理量を検出する物理量検出装置において、前記サーボ制御信号に診断用信号を重畠する診断信号重畠手段と、前記診断用信号が重畠されている際の前記振動子の振動

状態に応じて前記物理量の検出機能の故障診断を行う診断手段とを備えたことにある。

【0014】この物理量検出装置においては、サーボ制御回路が振動子の所定方向の振動を表す信号に基づいて同振動子の同所定方向の振動を抑制するようにサーボ制御信号を形成し、同形成したサーボ制御信号をサーボ力発生手段に供給する。サーボ力発生手段は、このサーボ制御信号に応じて前記振動子の前記所定方向の振動を抑制するサーボ力を発生する。そして、検出手手段は、前記発生されたサーボ力の大きさに基づいて前記被検出体に関する物理量を検出する。一方、診断にあたっては、診断信号重畠手段が前記サーボ制御信号に診断用信号を重畠するとともに、診断手段がその際の前記振動子の振動状態に応じて前記物理量検出装置の診断を行う。

【0015】これによれば、診断時においてサーボ制御信号に故障診断信号を重畠することで、検出すべき物理量が被検出体に生じたときに振動子に作用する力と同種の力を同振動子に付与することができるために、簡単な構成により精度良く物理量検出装置の検出機能の故障診断を行うことが可能となる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明による物理量検出装置の各実施形態につき図面を参照しながら説明する。図1は第1実施形態に係る物理量検出装置としての角速度検出装置の全体を示した平面図であり、図2は同角速度検出装置の側面図である。

【0017】この角速度検出装置は、樹脂等からなり被検出体（例えば、車体）に固定された基体10と、センサパッケージ11と、センサパッケージ11を基体10に対し支持する支持部12とからなっている。

【0018】センサパッケージ11は、互いに直交するX軸、Y軸、及びZ軸を各辺の延設方向とする直方体形状の箱体であって、パッケージ基板11aと、同パッケージ基板11aに固定されたカバー11bとを含んで構成され、図3に示した角速度検出素子と図示を省略した電気回路装置とを内部に収容している。パッケージ基板11aの下面には4本のパッケージ支持体11cの一端が固定されている。このパッケージ支持体11cは、図2において下方（Z軸方向）に伸び、その他端は支持部12の支持基板12-1に固定されている。センサパッケージ11からは図示しないリード線が取出されていて、同リード線を介して電気回路装置と外部の制御回路との間で信号の入出力が可能となっている。

【0019】支持部12は、通常時（角速度の検出時）においてはセンサパッケージ11を基体10に対して略振動不能に支持するとともに、角速度検出装置の診断時においてはセンサパッケージ11を基体10（及び基体10が固定された被検出体）に対して強制的に回転振動させて同センサパッケージ11にZ軸回りの角速度を擬似的に作用させる診断用回転力付与手段（診断用角速度

発生手段)として機能するものであって、前記支持基板12-1と、一対の診断用駆動部12-2a, 12-2bと、一対の駆動部支持体12-3a, 12-3bとを含んで構成されている。支持基板12-1は、平面視においてセンサパッケージ11の外形よりも大きな面積を有し、X軸、Y軸、及びZ軸を各辺の延設方向とする略直方体の薄板体であって、診断用駆動部12-2a, 12-2b、及び駆動部支持体12-3a, 12-3bを介して基体10の上面(X-Y平面)と平行となるように支持されている。

【0020】診断用駆動部12-2a, 12-2bは、可撓性を有する長方形状の薄板体によりそれぞれ構成されている。診断用駆動部12-2a, 12-2bの各内端の下部は、支持基板12-1のX軸方向外側であってY軸方向に伸びる辺の中央部にそれぞれ固定されている。また、診断用駆動部12-2a, 12-2bの外端部は、基体10に固定・立設された四角柱状の駆動部支持体12-3a, 12-3bにそれぞれ固定されている。これにより、診断用駆動部12-2a, 12-2bは、その平面部が基体10の上面と直交するように、即ち、Z-X平面に沿うように基体10に支持されるとともに、支持基板12-1を介してセンサパッケージ11を支持している。

【0021】診断用駆動部12-2a, 12-2bには、長方形状で薄板の圧電素子12-4a, 12-4bがそれぞれ接着固定されている。圧電素子12-4aは診断用駆動部12-2aのY軸負方向側面に配置され、圧電素子12-4bは診断用駆動部12-2bのY軸正方向側面に配置されている。なお、これらの圧電素子12-4a, 12-4bは、リード線を介して制御回路に接続されていて、制御回路から印加される駆動電圧により変形するようになっている。なお、制御回路については後述する。

【0022】次に、上記センサパッケージ11内に収容された角速度検出素子の概略について、その平面図を示した図3を参照しつつ説明する。この角速度検出素子は、水平面内にて互いに直交した上記X、Y軸各方向の中心線に対してそれぞれ対称に形成されており、シリコンで方形状に形成された基板20上に、振動子21、一対のメインフレーム30-1, 30-2及び一対のサブフレーム30-3, 30-4をその上面から所定距離だけ隔てた水平面内に延設させている。これらの振動子21及び各フレーム30-1~30-4は、基板20上に振動可能に支持された振動部(可動部)を構成する。

【0023】振動子21は、X軸方向に振動している状態で、Z軸回りの角速度により同角速度の大きさに比例した振幅でY軸方向に振動するもので、中央部に設けられて適当な質量を有するとともにX軸及びY軸を各辺の延設方向とする長方形状のマス部21aを有している。

【0024】メインフレーム30-1, 30-2は、振

動子21をX軸方向に振動させるもので、振動子21のY軸方向外側位置にてX軸方向にそれぞれ延設された幅広の長尺部31-1, 31-2と、両長尺部31-1, 31-2の両端にてそれぞれY軸方向に短く延設された幅広の終端部32-1~32-4とからなり、ほぼI型にそれぞれ形成されている。サブフレーム30-3, 30-4も、幅広に構成されていて、長尺部31-1, 31-2のY軸方向各外側にてX軸方向にそれぞれ延設されている。

【0025】メインフレーム30-1, 30-2は、X軸方向に延設された梁(検出ばね)33-1~33-4により振動子21に連結されている。梁33-1~33-4も、基板20上面から所定距離だけ隔てた水平面内に形成されていて、各一端は振動子21のマス部21aの角部にそれぞれ接続され、各他端はメインフレーム30-1, 30-2の各終端部32-1~32-4にそれぞれ接続されている。また、梁33-1~33-4は、メインフレーム30-1, 30-2の長尺部31-1, 31-2及び終端部32-1~32-4の幅より細く形成されていて、X軸方向には実質的に変位不能であり、Y方向には変位可能となっている。これにより、メインフレーム30-1, 30-2から振動子21へX軸方向の振動が効率よく伝達されるようになるとともに、振動子21がメインフレーム30-1, 30-2に対しX軸方向に比べてY軸方向に振動し易くなっている。すなわち、梁33-1~33-4は、振動子21を、基板20、メインフレーム30-1, 30-2及びサブフレーム30-3, 30-4に対してY軸方向に振動可能に支持する機能を有する。

【0026】メインフレーム30-1は、アンカ41-1, 41-2、梁42-1, 42-2、サブフレーム30-3、及び梁(駆動ばね)43-1, 43-2を介し、基板20に対して振動可能に支持されている。アンカ41-1, 41-2は、メインフレーム30-1の長尺部31-1の各外側位置にて、基板20の上面に絶縁層を介して形成され、同基板20に対して固定されている。このアンカ41-1, 41-2には梁42-1, 42-2の各一端がそれぞれ接続されている。梁42-1, 42-2はアンカ41-1, 41-2からそれぞれY軸方向外側に延設されていて、同梁42-1, 42-2の各先端はサブフレーム30-3の外側端にそれぞれ接続されている。また、サブフレーム30-3には、同フレーム30-3のY軸方向内側に延設された梁43-1, 43-2の各一端がそれぞれ接続されて、この梁43-1, 43-2の各他端はメインフレーム30-1の長尺部31-1にそれぞれ接続されている。梁42-1, 42-2, 43-1, 43-2は、振動子21、メインフレーム30-1, 30-2及びサブフレーム30-3, 30-4と同様に、基板20から所定距離だけ上方に浮いて設けられており、梁33-1, 33-2と同

様に狭い幅を有するように形成されている。

【0027】メインフレーム30-2は、アンカ41-3, 41-4、梁42-3, 42-4、サブフレーム30-4、及び梁（駆動ばね）43-3, 43-4を介し、基板20に対して振動可能に支持されている。これらのアンカ41-3, 41-4、梁42-3, 42-4、サブフレーム30-4及び梁43-3, 43-4は、アンカ41-1, 41-2、梁42-1, 42-2、サブフレーム30-3及び梁43-1, 43-2とY軸方向の中心線に対して対称かつそれぞれ同様に構成されている。これらの構成により、メインフレーム30-1, 30-2は、基板20に対しX軸方向に振動し易くかつY軸方向に振動し難く支持されている。すなわち、梁42-1～42-4, 43-1～43-4は、メインフレーム30-1, 30-2、サブフレーム30-3, 30-4、及び振動子21を基板20に対してX軸方向に振動可能に支持する機能を有する。また、サブフレーム30-3, 30-4は、補強部材として作用して、梁42-1～42-4, 43-1～43-4をX軸方向以外に変形し難くする。なお、これらのアンカ41-1～41-4、梁42-1～42-4, 43-1～43-4, 33-1～33-4が、可動部（振動子21及びメイン及びサブフレーム30-1～30-4）を基板20に対して振動可能に支持する支持部材を構成する。

【0028】基板20上には、メインフレーム30-1, 30-2を基板20に対してX軸方向に駆動するための駆動電極部51-1～51-4と、振動子21の基板20に対するY軸方向の振動を検出するための検出電極部52-1～52-4とが設けられている。

【0029】駆動電極部51-1～51-4は、メインフレーム30-1, 30-2の終端部32-1～32-4の各X軸方向外側位置にて同終端部32-1～32-4に向けてX軸方向に延設した複数の電極指を有する歯状電極51a1～51a4をそれぞれ備えている。各歯状電極51a1～51a4は絶縁層を介して基板20の上面に形成・固定されていて、同様に絶縁層を介して基板20の上面に形成・固定されたパッド部51b1～51b4とそれぞれ接続されている。パッド部51b1～51b4の上面には、導電金属（例えばアルミニウム）からなる電極パッド51c1～51c4がそれぞれ形成されている。

【0030】前記メインフレーム30-1, 30-2の終端部32-1～32-4には、X軸方向外側に向けた延設した複数の電極指からなる歯状電極32a1～32a4が歯状電極51a1～51a4に対向してそれぞれ設けられている。歯状電極32a1～32a4は、終端部32-1～32-4と一体的に形成されて基板20の上面から所定距離だけ浮かして設けられており、同電極32a1～32a4の各電極指は歯状電極51a1～51a4の各隣合う電極指の幅方向中心位置

に侵入して同隣合う電極指に対向している。

【0031】検出電極部52-1～52-4は、マス部21aのX軸方向外側位置にてX軸方向に延設された複数の電極指を有する歯状電極52a1～52a4をそれぞれ備えている。各歯状電極52a1～52a4は、絶縁層を介して基板20の上面に形成・固定されていて、同様に絶縁層を介して基板20の上面に形成・固定されたパッド部52b1～52b4とそれぞれ接続されている。パッド部52b1～52b4の上面には、導電金属（例えばアルミニウム）からなる電極パッド52c1～52c4がそれぞれ形成されている。

【0032】マス部21aのX軸方向外側位置には、同X軸方向外側に向けて歯状電極21a1～21a4が延設されている。この歯状電極21a1～21a4は、マス部21aと一体的に形成されて基板20の上面から所定距離だけ浮かして設けられており、同電極21a1～21a4の各電極指は検出電極部52-1～52-4の歯状電極52a1～52a4の各隣合う電極指間に侵入して同隣合う電極指に対向している。この場合、歯状電極21a1～21a4の各電極指は歯状電極52a1～52a4の隣合う各電極指の幅方向中心位置から一方にずれて設けられている。この歯状電極21a1～21a4は、検出電極部52-1～52-4、及び後述する電気回路装置とともに振動子21のY軸方向の振動を検出する検出手段を構成している。

【0033】次に、上記のように構成した角速度検出素子による角速度の検出動作（検出機能）について説明すると、図示を省略した電気回路装置は高周波発振器を備えていて、この発振器は、振動子21の共振周波数よりも極めて高い周波数fの駆動用信号Esin(2πf t)を電極パッド51c1, 51c3に供給するとともに、前記駆動用信号Esin(2πf t)の位相を反転した駆動用信号Esin(2πf t + π)を電極パッド51c2, 51c4に供給する。これにより、振動子21はX軸方向において所定振幅を有し且つ周波数fにて振動する。

【0034】この状態において、Z軸回りの角速度(ヨー)Ωが加わると、振動子21には同角速度Ωに比例したコリオリ力が作用する。このコリオリ力により振動子21はY軸方向へ振動する。このため、マス部21aの歯状電極21a1～21a4と検出電極部52-1～52-4の歯状電極52a1～52a4の各々とが形成するコンデンサに一定の電圧を印加し、容量の変化に伴う電荷変化を積分回路にて積分することにより、同容量の変化を角速度として検出する。なお、前記コンデンサに蓄えられた電荷を一定として、歯状電極21a1～21a4と歯状電極52a1～52a4の各々の間の電圧変化から、容量変化を検出するように構成してもよい。以

上により、被検出体の角速度が検出される。

【0035】次に、車両に生じる角速度を検出するため、上記角速度検出素子及び電気回路装置が同車両に搭載された場合における、同検出素子及び同電気回路装置の故障診断の方法について説明すると、図4は係る故障診断を達成する角速度検出装置の全体をブロック図により示している。

【0036】この装置は、図示しないマイクロコンピュータを主要構成とした制御回路60を含んで構成されていて、制御回路60には車速センサ61と、PKBスイッチ62とが接続されている。車速センサ61は、被検出体である車両の速度に応じた信号を発生する。PKBスイッチ62は、車両の駐車ブレーキが作動された状態にて「オン」信号を発生し、同駐車ブレーキが非作動となると「オフ」信号を発生する。また、制御回路60はセンサパッケージ11内に収容された電気回路装置と接続されていて、角速度検出装置の出力を入力するようになっている。更に、制御回路60は、診断用駆動部12-2a, 12-2bの各圧電素子12-4a, 12-4b、及び診断結果を示す警告ランプ63にも接続されている。

【0037】このように構成された角速度検出装置においては、制御回路60が車速センサ61及びPKBスイッチ62からの信号に基づいて、車両の走行に伴う角速度が実際に発生し得ない状態、即ち故障診断を行うことが可能な状態であるか否かを判定する。故障診断を行うことが可能な状態とは、例えば、車速が「0」であり、且つ駐車ブレーキが作動している場合である。

【0038】制御回路60は、故障診断を行うことができない状態であると判定した場合には、圧電素子12-4a, 12-4bに対し何らの信号も送出しない。このため、センサパッケージ11は車体と一緒に移動し、角速度検出装置には車体に作用する角速度と同一の角速度が作用する。従って、電気回路装置からは、上記角速度検出素子を利用して検出される振動子21のY軸方向の振動が、同車体に作用した角速度として出力される。

【0039】一方、制御回路60は、故障診断を行うことが可能な状態にあると判定すると、圧電素子12-4a, 12-4bの各々に、同一の交流電圧を印加する。これにより、各圧電素子12-4a, 12-4bは、診断用駆動部12-2a, 12-2bに接着固定されていない表面側において接着固定側よりも大きく同相にて伸縮し、診断用駆動部12-2a, 12-2bを揺ませる。

【0040】これにより、センサパッケージ11は図5の破線及び一点鎖線にて示したように基体10に対して回転振動し、同センサパッケージ11にはZ軸回りの角速度が生じる。制御回路60は、この状態における角速度検出装置の出力を読み取り、同出力が示す角速度が予定される範囲内にあるか否かを判定する。そして、同角

速度が予定される範囲内にあれば角速度検出装置は正常に機能していると診断し、予定される範囲内になければ（例えば、角速度が「0」であることを示している場合）、同角速度検出装置（の角速度の検出機能）は故障している（異常である）と診断する。制御回路60は、この診断結果を図示しないメモリに記憶し、角速度の検出機能が故障していると診断した場合には警告ランプ63を点灯する。

【0041】以上に説明したように、第1実施形態においては、車両走行による角速度が発生していない運転状態において、センサパッケージ11（角速度検出素子）全体を被検出体である車体に対して強制的、且つ車体の運動とは独立してZ軸回りに回転振動させて同センサパッケージ11に実際に角速度を発生させ、その場合の角速度検出装置の検出結果に基づいて同角速度検出装置の故障診断を行う。従って、車両走行による角速度に対して、角速度検出素子及び電気回路装置を含む角速度検出装置全体が正常に機能するか否かを判定することができる。

【0042】なお、上記のような振動型の角速度検出装置の場合、外部から検出振動方向（Y軸方向）にコリオリ力以外の力が作用したとき、この力を角速度として誤検出するおそれがある。このため、一般には、センサパッケージ11又は支持基板12-1をゴムブッシュ等の弾性体を介して車体に固定するようにしている。これに対し、上記第1実施形態においては、センサパッケージ11は可撓性を有する診断用駆動部12-2a, 12-2bを介して車体に固定されるため、この診断用駆動部12-2a, 12-2bに上記ゴムブッシュ等の代替機能を持たせることができあり、上記ゴムブッシュ等を省略してコストの上昇を抑制することも可能となる。

【0043】次に、本発明による角速度検出装置の第2実施形態について説明すると、図6は同角速度検出装置の検出素子の概略平面図である。上述した第1実施形態においては、角速度検出装置が支持部12等からなる診断用回転力付与手段を有し、これにより角速度検出素子全体を被検出体に対して強制的に回転振動させて診断を行っていた。これに対し、第2実施形態においては、角速度検出素子自体は被検出体である車体に対して固定される一方で、振動子を基板に対してZ軸回りに回転振動させる振動子振動手段（診断用回転力付与手段）が角速度検出素子自体に形成されている。以下においては、第1実施形態と同一構成部分については、同一の符号をしてその詳細な説明を省略するとともに、第1実施形態との相違点について詳述する。なお、角速度検出素子は、第1実施形態と同様に、図示しない電気回路装置及び制御回路と接続されている。

【0044】図6に示したように、第2実施形態に係る角速度検出素子は、マス部21aのY軸方向中央部を基端部とする一对のアーム部22-1, 22-2と、これ

に対向するように形成された診断用駆動電極部 53-1～53-4を備えている。

【0045】アーム部 22-1, 22-2は、マス部 21a のY軸方向中心線に沿ってX軸方向外側に延設されていて、そのX軸方向外側端部に電極 22a1, 22a2をそれぞれ備え、基板 20 上面から所定距離だけ離れた水平面内にマス部 21a と一体的に形成されている。また、アーム部 22-1, 22-2は、サブフレーム 30-3, 30-4と同等の幅を有し、X軸方向及びY軸方向の何れにも変形不能に構成されている。

【0046】診断用駆動電極部 53-1, 53-3は、検出電極部 52-1, 52-3の間に配置され、アーム部 22-1 の電極 22a1 を挟んで対向する電極 53a1, 53a3をそれぞれ備えている。この電極 53a1, 53a3は、絶縁層を介して基板 20 の上面に形成・固定されていて、同じく絶縁層を介して基板 20 の上面に形成・固定されたパッド部 53b1, 53b3にそれぞれ接続されている。パッド部 53b1, 53b3の上面には、導電金属（例えばアルミニウム）からなる電極パッド 53c1, 53c3がそれぞれ形成されている。

【0047】診断用駆動電極部 53-2, 53-4は、電極 53a2, 53a4と、パッド部 53b2, 53b4と、電極パッド 53c2, 53c4とを有していて、これらはマス部 21a のX軸方向の中心線に対して診断用駆動電極部 53-1, 53-3と対称かつそれぞれ同様に構成されている。

【0048】次に、上記のように構成された角速度検出装置の作動について説明すると、通常時（車両の角速度の検出時）においては、第1実施形態と全く同様にして角速度が検出される。即ち、制御回路は、故障診断を行うことができない状態であると判定した場合には、診断用駆動電極部 53-1～53-4の電極パッド 53c1～53c4に対し何らの信号も送出しない。このため、角速度検出素子（センサパッケージ）は車体と一緒に移動し、角速度検出装置には車体に生じた角速度と同一の角速度が生じる。従って、電気回路装置からは、上記角速度検出素子を利用して検出される振動子 21 のY軸方向の振動が、同車体の角速度として出力される。

【0049】一方、制御回路は、故障診断を行うことが可能な状態にあると判定すると、電気回路装置に対して診断指示信号を送出する。これを受けた電気回路装置は、診断用駆動電極部 53-1, 53-4の電極パッド 53c1, 53c4に所定周波数の交流駆動電圧をそれぞれ印加する。また、電気回路装置は、診断用駆動電極部 53-2, 53-3の電極パッド 53c2, 53c3に対し、電極パッド 53c1, 53c4に印加された上記交流駆動電圧と振幅が同一で、位相がπだけ異なる交流駆動電圧をそれぞれ印加する。

【0050】これにより、電極 53a1～53a4の各

々とアーム部 22-1, 22-2の各電極 22a1, 22a2との間に前記所定周波数をもって増減する静電引力が発生し、振動子 21は、Z軸回りに同所定周波数をもって回転振動する。この結果、振動子 21は、車体に Z軸回りの角速度が発生した場合と同様の力（運動）が付与された状態となる。

【0051】制御回路は、この状態における角速度検出装置の出力を読み取り、同出力が示す角速度が予定される範囲内にあるか否かを判定する。そして、同角速度が予定される範囲内にあれば角速度検出装置は正常に機能していると診断し、予定される範囲内になければ同角速度検出装置は故障している（異常である）と診断する。制御回路は、この診断結果を図示しないメモリに記憶し、故障であると診断した場合には警告ランプを点灯する。

【0052】以上に説明したように、第2実施形態においては、車両走行による角速度が発生していない運転状態において、振動子 21を基板 20 に対して強制的、且つ車体の運動とは独立して回転振動させて車体に実際の角速度が生じた場合と同様な運動を振動子 21 に生じさせ、その場合の角速度検出装置の検出結果に基づいて同角速度検出装置の故障診断を行う。従って、車両走行による角速度に対して、角速度検出素子及び電気回路装置を含む角速度検出装置全体が正常に機能するか否かを判定することができる。

【0053】また、振動子 21は、元来、基板に対して X軸方向及びY軸方向に振動可能に支持され、角速度の検出時において基板に対して振動する構造を有するものであるから、同振動子 21を基板に対して回転振動させる上記構造は半導体プロセスを通じて容易に製造することができる。

【0054】次に、本発明による角速度検出装置の第3実施形態について説明すると、図7は同角速度検出装置の検出素子の概略平面図であり、図8は同検出素子と接続される電気回路装置のブロック図である。なお、この電気回路装置は、第1実施形態と同様の制御回路（図示省略）と接続されている。

【0055】第3実施形態の角速度検出装置は、サーボ方式を採用している。上述した第1実施形態においては、角速度検出装置が支持部 12 等からなる診断用回転力付与手段を有し、これにより角速度検出素子全体（センサパッケージ全体）を被検出体に対して強制的に振動させて診断を行っていた。これに対し、第3実施形態においては、角速度検出素子自身は被検出体である車体に対して固定される一方で、サーボ制御信号に故障診断信号を重畳することにより、角速度検出機能の故障診断を行う。以下においては、第1実施形態と同一構成部分については、同一の符号を付してその詳細な説明を省略するとともに、第1実施形態との相違点について詳述する。

【0056】図7に示したように、第3実施形態の角速度検出素子は、上記第1実施形態の角速度検出素子と比べて、振動子21と信号を入出力するための基準パッド部21bが設けられている点、マス部21aにT字部23-1～23-2が設けられている点、前記メインフレーム30-1, 30-2の基板20に対するX軸方向の駆動をモニタするための駆動モニタ電極部54-1～54-4が設けられている点、及び振動子21のY軸方向の振動を打ち消すためのサーボ電極部55-1～55-4が設けられている点で相違する。

【0057】基準パッド部21bは、アンカ41-3に接続され同アンカ41-3と一緒にして、且つ基板20の上面に絶縁層を介して形成・固定されている。この基準パッド部21bの上面には、導電金属（例えばアルミニウム）で形成された電極パッド21cが設けられている。基準パッド部21bは、振動子21に梁33-3, 33-4、メインフレーム30-2、梁43-3, 43-4、サブフレーム30-4、梁42-3及びアンカ41-3を介して電気的に接続されていることになる。

【0058】T字部23-1～23-2は、振動子21のマス部21aのX軸方向両側であってY軸方向中央部を基礎としX軸方向外側に突出するように形成されている。このT字部23-1～23-2のX軸方向端部にてY軸方向に伸びた部分のX軸方向内外両側には、同X軸方向に延びる電極指23a1～23a4が形成されている。T字部23-1～23-2及び電極指23a1～23a4は、振動子21と一緒にして形成されて基板20の上面から所定距離だけ浮かして設けられている。

【0059】駆動モニタ電極部54-1～54-4は、メインフレーム30-1, 30-2の終端部32-1～32-4の各X軸方向内側位置にて同終端部32-1～32-4に向けてX軸方向に延設した複数の電極指を有する歯状電極54a1～54a4をそれぞれ備えている。電極54a1～54a4は、パッド部54b1～54b4と接続されるとともに、パッド部54b1～54b4と共にそれぞれ一緒に、且つ絶縁層を介して基板20の上面に形成・固定されている。パッド部54b1～54b4の上面には、導電金属（例えばアルミニウム）で形成された電極パッド54c1～54c4がそれぞれ設けられている。

【0060】終端部32-1～32-4には、X軸方向内側に向けて延設した複数の電極指からなる歯状電極32b1～32b4が歯状電極54a1～54a4に対向してそれぞれ設けられている。歯状電極32b1～32b4は、終端部32-1～32-4と一緒にして形成されて基板20の上面から所定距離だけ浮かして設けられており、同電極32b1～32b4の各電極指は歯状電極54a1～54a4の各隣合う電極指の幅方向中心位置に侵入して同隣合う電極指に対向している。

【0061】サーボ電極部55-1～55-4は、各検

出電極部52-1～52-4のY軸方向内側にそれぞれ設けられて、X軸方向に延設した各一对の電極指55a1～55a4をそれぞれ備えている。各一对の電極指55a1～55a4は、同電極指55a1～55a4に接続されたパッド部55b1～55b4と共にそれぞれ一体化的に、且つ絶縁層を介して基板20の上面に形成・固定されている。パッド部55b1～55b4の上面には、導電金属（例えばアルミニウム）で形成された電極パッド55c1～55c4がそれぞれ設けられている。これらの各一对の電極指55a1～55a4は、T字部23-1～23-2の電極指23a1～23a4とそれ対向している。

【0062】次に、この第3実施形態に係る角速度検出素子に接続される電気回路装置について説明する。図8に示したように、この電気回路装置において、検出電極部52-1, 52-2の電極パッド52c1, 52c2には高周波発振器65が接続されており、発振器65は、振動子21の共振周波数よりも極めて高い周波数 $f_1$ の検出用信号 $E_1 \sin(2\pi f_1 t)$ を同パッド52c1, 52c2に供給する。この高周波発振器65には位相反転回路65aが接続されており、同回路65aは前記検出用信号 $E_1 \sin(2\pi f_1 t)$ の位相を反転した検出用信号 $E_1 \sin(2\pi f_1 t + \pi)$ を検出電極部52-3, 52-4の電極パッド52c3, 52c4に供給する。

【0063】駆動モニタ電極部54-1, 54-3の電極パッド54c1, 54c3には高周波発振器66が接続されており、同発振器66は、振動子21の共振周波数よりも極めて高くかつ前記周波数 $f_1$ とは異なる周波数 $f_2$ のモニタ用信号 $E_2 \sin(2\pi f_2 t)$ を同パッド54c1, 54c3に供給する。高周波発振器66には位相反転回路66aが接続されており、同回路66aはモニタ用信号 $E_2 \sin(2\pi f_2 t)$ の位相を反転したモニタ用信号 $E_2 \sin(2\pi f_2 t + \pi)$ を駆動モニタ電極部54-2, 54-4の電極パッド54c2, 54c4に供給する。これにより、振動子21のX, Y軸方向の各振動を $E_{ox} \sin(2\pi f_0 t)$ ,  $E_{oy} \sin(2\pi f_0 t)$ で表すと、電極パッド21cから出力されて振動子21のX, Y両軸方向の各振動をそれぞれ表す信号は、 $E_x \cdot E_{ox} \cdot \sin(2\pi f_0 t) \cdot \sin(2\pi f_2 t)$ ,  $E_y \cdot E_{oy} \cdot \sin(2\pi f_0 t) \cdot \sin(2\pi f_2 t)$ となる。なお、周波数 $f_0$ は、振動子21の共振周波数近傍の周波数である。

【0064】駆動電極部51-1～51-4には、駆動回路70が接続されている。駆動回路70は、電極パッド21cから増幅器67を介して入力した信号に基づいて駆動信号を形成して各電極パッド51c1～51c4に供給する。

【0065】駆動回路70は、増幅器67に直列接続された復調回路71、移相回路72及び利得制御回路73を備えているとともに、復調回路71に接続されて利得制御回路73の利得を制御する検波回路74を備えている。

る。復調回路 7 1 は、電極パッド 2 1 c から出力された信号を周波数  $f_2$  で同期検波して（周波数  $2\pi f_2$  の信号の振幅エンベロープを取り出して）、振動子 2 1 の X 軸方向の振動成分を表す信号  $E_{ox} \sin(2\pi f_2 t)$  を出力する。移相回路 7 2 は、振動子 2 1 の振動を表す検出信号が振動子 2 1 を駆動するための信号に対して  $\pi/2$ だけ遅れることを補正するために、入力信号の位相を  $\pi/2$ だけ進めて出力する。検波回路 7 4 は、前記復調回路 7 1 からの信号を周波数  $f_0$  で同期検波して（振動子 2 1 の X 軸方向の振動成分の振幅エンベロープを取り出して）、振動子 2 1 の X 軸方向の振動成分の振幅を表す信号  $E_{ox}$  を出力する。利得制御回路 7 3 は、移相回路 7 2 及び利得制御回路 7 3 の入力信号の振幅（振動子 2 1 の X 軸方向の振動成分の振幅）が一定となるように、移相回路 7 2 からの出力信号の利得を検波回路 7 4 からの信号  $E_{ox}$  に応じて制御して出力する。即ち、利得制御回路 7 3 は、検波回路 7 4 からの信号が大きくなるにしたがってその出力信号の振幅が小さくなるように制御して出力する。

【0066】また、駆動回路 7 0 は、利得制御回路 7 3 の出力に接続された加算器 7 5 - 1, 7 5 - 3 も備えているとともに、利得制御回路 7 3 に位相反転回路 7 3 a を介して接続された加算器 7 5 - 2, 7 5 - 4 も備えている。位相反転回路 7 3 a は、利得制御回路 7 3 からの信号を位相反転して出力する。加算器 7 5 - 1 ~ 7 5 - 4 には、一定の直流電圧  $E_B$  を出力する定電圧源回路 7 6 も接続されている。

【0067】加算器 7 5 - 1, 7 5 - 3 は、利得制御回路 7 3 からの信号  $E_{ox} \sin(2\pi f_0 t)$  と定電圧源回路 7 6 からの直流電圧信号  $E_B$  を加算して、加算電圧  $E_B + E_{ox} \sin(2\pi f_0 t)$  を駆動電極部 5 1 - 1, 5 1 - 3 の電極パッド 5 1 c 1, 5 1 c 3 にそれぞれ供給する。加算器 7 5 - 2, 7 5 - 4 は、位相反転回路 7 3 a からの信号  $E_{ox} \sin(2\pi f_0 t + \pi)$  と定電圧源回路 7 6 からの直流電圧信号  $E_B$  を加算して、加算電圧  $E_B + E_{ox} \sin(2\pi f_0 t + \pi) = E_B - E_{ox} \sin(2\pi f_0 t)$  を駆動電極部 5 1 - 2, 5 1 - 4 の電極パッド 5 1 c 2, 5 1 c 4 にそれぞれ供給する。

【0068】サーボ電極部 5 5 - 1 ~ 5 5 - 4 の電極パット 5 5 c 1 ~ 5 5 c 4 には、サーボ制御回路 9 0 が接続されている。サーボ制御回路 9 0 は、振動子 2 1 の Y 軸方向の振動を抑制するためのもので、復調回路 9 1、サーボアンプ 9 2、位相反転回路 9 3、診断用信号供給回路 9 4、基準信号回路 9 5、乗算回路 9 6、及び検波回路 9 7 からなる。復調回路 9 1 は、振動子 2 1 の Y 軸方向の振動を表す信号を取り出して、同信号を交流サーボ制御信号として出力する。

【0069】検波回路 9 7 は、復調回路 9 1 からの交流サーボ信号を入力するとともに位相回路 7 2 からの信号を入力し、交流サーボ信号を前記 X 軸方向の振動を表す

信号にて同期検波することにより、振動子 2 1 の Y 軸方向の振動振幅を表す信号、即ち Z 軸回りの角速度による振動子 2 1 の Y 軸方向の振動の大きさを表す直流サーボ信号を作成する。

【0070】基準信号回路 9 5 は、位相回路 7 2 からの信号を入力し、前記位相回路 7 2 と同位相でかつ振幅が所定の値となる基準信号、即ち Z 軸回りの角速度による振動子 2 1 の Y 軸方向の振動と同位相の信号を作成する。

【0071】サーボアンプ 9 2 は、前記直流サーボ制御信号を所定のゲインで増幅して、振動子 2 1 の Y 軸方向の振動（Z 軸回りの角速度による振動子 2 1 の Y 軸方向の振動）を打ち消すために、乗算回路 9 6 に同ゲイン制御された直流サーボ制御信号を入力し、乗算回路 9 6 にて基準信号と掛け合わせた信号を再度交流サーボ信号とし、サーボ電極部 5 5 - 3, 5 5 - 4 の電極パット 5 5 c 3, 5 5 c 4 に供給する。位相反転回路 9 3 は、前記ゲインの制御された交流サーボ制御信号の位相を反転して、同位相反転した逆相の制御信号をサーボ電極部 5 5 - 1, 5 5 - 2 の電極パット 5 5 c 1, 5 5 c 2 に供給する。診断用信号供給回路 9 4 は、診断時において図示しない制御回路からの指示信号を受け、サーボアンプ 9 2 からのサーボ制御信号に診断用の一定直流電圧  $V$  を重畠させる。

【0072】出力回路 8 0 は、サーボアンプ 9 2 に接続された増幅器 8 1 を有していて、サーボアンプ 9 2 の出力を増幅して出力する。これが、角速度の検出値となる。

【0073】次に、このように構成した第3実施形態に係る角速度検出装置の作動について説明する。先ず、通常時（車両の角速度の検出時）においては、図示しない制御回路は第1実施形態と同様の方法により、故障診断を行うことが可能な状態にはないと判定する。従って、制御回路は、診断用信号供給回路 9 4 に対し指示信号を送出しない。このため、サーボアンプ 9 2 の出力に診断用の一定直流電圧  $V$  は重畠されない。一方、駆動電極部 5 1 - 1 ~ 5 1 - 4 の電極パッド 5 1 c 1 ~ 5 1 c 4 に供給される上記電圧により、同メインフレーム 3 0 - 1, 3 0 - 2 は振動周波数  $f_0$  で X 軸方向に同期するとともに同一振幅でそれぞれ振動する。この状態で、Z 軸回りに角速度が作用すると、振動子 2 1 はコリオリ力によって同作用した角速度に比例する振幅で Y 軸方向に振動しようとする。

【0074】他方、サーボ制御回路 9 0 はサーボ電極部 5 5 - 1 ~ 5 5 - 4 に交流サーボ制御信号を供給するので、サーボ電極部 5 5 - 1 ~ 5 5 - 4 は振動子 2 1 の Y 軸方向の振動すなわち Z 軸回りの角速度による振動子 2 1 の Y 軸方向の振動を抑制するサーボ力を発生する。理想的には、振動子 2 1 の Y 軸方向の振動の振幅を「0」に制御する。このとき、サーボアンプ 9 2 は振動子 2 1

のY軸方向の振動を打ち消すための信号、すなわちZ軸回りの角速度による振動子21のY軸方向の振動の大きさを振幅で表す信号を出力している。したがって、実際には、振動子21はY軸方向に振動していないにもかかわらず、Z軸回りの角速度の大きさを表す信号が増幅器81の出力端子OUTから取り出される。このようにサーボ制御回路90、出力回路80は前記角速度の大きさを表す信号を出力する。

【0075】次に、図示しない制御回路が故障診断を行うことが可能な状態にあると判定すると、診断用信号供給回路94に指示信号を送出する。このため、診断用信号供給回路94により上記一定の直流電圧Vがサーボアンプ92の出力に重畠され、角速度検出装置の診断（角速度の検出機能の診断）が行われる。

【0076】この診断時の作動について、その原理をブロック図により示した図9を参照しつつ説明する。図中、FcはZ軸回りの角速度によって振動子21にもたらされるY軸方向のコリオリ力を表し、Fsはサーボ力を表し、Yawは角速度を表し、Vは診断用信号供給回路94により重畠される診断用信号（上記直流電圧）を表す。また、Qは振動子21の共振のQ（検出振動の振幅値）を表し、Aはサーボアンプ92のゲインを表し、βはフィードバック量を表す。このブロック図からも分かるように、角速度Yawは下記数1により表される。

【0077】

$$【数1】 Yaw = (Fc \cdot Q - \beta \cdot V \cdot Q) / (1/A + \beta \cdot Q)$$

【0078】前記数1において、ゲインAは大きな値（例えば、実質的に無限大と考えられる程度に大きな値）に設定するのが通例であり、従って、前記数1は下記数2のように変形される。

【0079】

$$【数2】 Yaw = Fc / \beta - V$$

【0080】従って、図10に示したように、時刻t1において診断用信号Vが与えられると、振動子はY軸方向に振動を開始し、その振動はフィードバックにより直ちに減衰する。この診断時においては、Z軸回りの角速度Fcは存在しないから、出力Yawは角速度検出装置が正常であれば-Vとなる。図示しない制御装置は、この診断時における角速度検出装置の出力Yawをモニタし、同出力Yawが-V相当となれば角速度検出装置が正常、-V相当とならなければ故障と診断し、診断結果をメモリに記憶するとともに、必要に応じて警告ランプを点灯等して警告を発生する。

【0081】以上のように、第3実施形態においては、サーボ制御信号に診断用の信号を重畠し、そのときの角速度検出装置の出力により同装置の診断を行う。診断用の信号を重畠させることは、振動子21に対し被検出体に実際の角速度が作用した場合と同様な力をサーボ力により加えることを意味するため、このようなサーボ制御方式を探用した角速度検出装置の診断を正確に行うこと

ができる。また、上記数2から明らかなように、診断時の出力であるYawは、温度等の影響を受けて変化しやすい共振のQに依存しないものとなるため、この点においても、角速度検出装置の診断を一層正確に行うことが可能となる。

【0082】以上に説明したように、本発明によれば、物理量検出装置としての角速度検出機能の診断を正確に行うことができる。なお、本発明は上記実施形態に限られることなく、種々の物理量検出装置に適用される。例えば、振動子に生じる振動をサーボ力により抑制して被検出体の加速度を検出する加速度検出装置にも本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る角速度検出装置の平面図である。

【図2】 前記第1実施形態に係る角速度検出装置の側面図である。

【図3】 前記第1実施形態に係る角速度検出素子の平面図である。

【図4】 前記第1実施形態に係る角速度検出装置の電気回路のブロック図である。

【図5】 前記第1実施形態に係る角速度検出装置の故障診断時における作動を説明するための図である。

【図6】 本発明の第2実施形態に係る角速度検出素子の平面図である。

【図7】 本発明の第3実施形態に係る角速度検出素子の平面図である。

【図8】 前記第3実施形態に係る角速度検出装置の電気回路装置のブロック図である。

【図9】 前記第3実施形態の角速度検出装置の故障診断時における作動原理を説明するためのブロック図である。

【図10】 前記第3実施形態の故障診断時における作動を示すタイムチャートである。

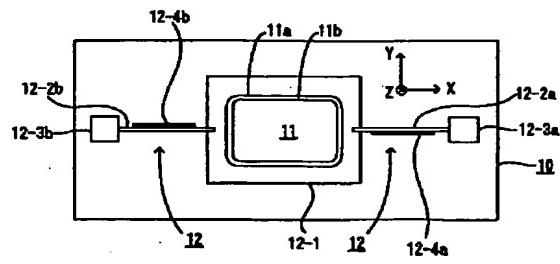
【符号の説明】

10…基体、11…センサパッケージ、11a…パッケージ基板、11b…カバー、11c…パッケージ支持体、12…支持部、12-1…支持基板、12-2a、12-2b…診断用駆動部、12-3a、12-3b…駆動部支持体、12-4a、12-4b…圧電素子、20…基板、21…振動子、21a…マス部、21b…基準パッド部、21c…電極パッド、22-1、22-2…アーム部、23-1～23-2…T字部、30-1、30-2…メインフレーム、30-3、30-4…サブフレーム、31-1、31-2…長尺部、32-1～32-4…終端部、33-1～33-4…梁、41-1～41-4…アンカ、42-1～42-4、43-1～43-4…梁、51-1～51-4…駆動電極部、52-1～52-4…検出電極部、53-1～53-4…診断用駆動電極部、54-1～54-4…駆動モニタ電極

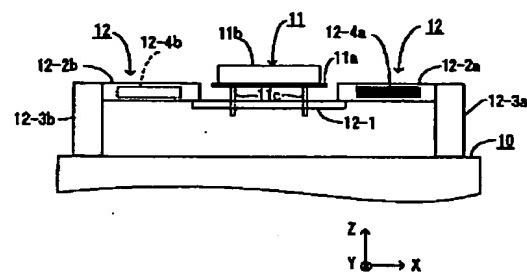
部、55-1～55-4…サーボ電極部、60…制御回路、61…車速センサ、62…PKBスイッチ、63…警告ランプ、65、66…高周波発振器、65a、66a…位相反転回路、67…増幅器、70…駆動回路、71…復調回路、72…移相回路、73…利得制御回路、73a…位相反転回路、74…検波回路、75-1～7

5-4…加算器、76…定電圧源回路、80…出力回路、81…増幅器、90…サーボ制御回路、91…復調回路、92…サーボアンプ、93…位相反転回路、94…診断用信号供給回路、95…基準信号回路、96…乘算回路、97…検波回路。

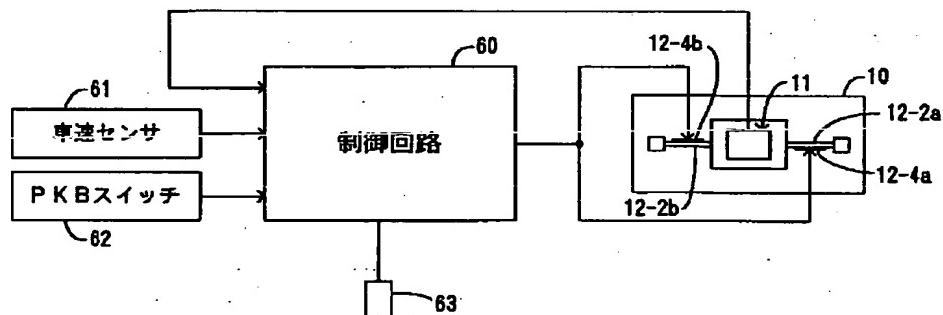
【図1】



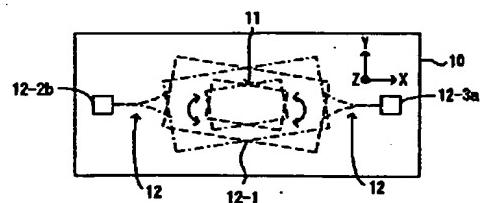
【図2】



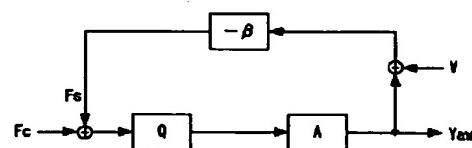
【図4】



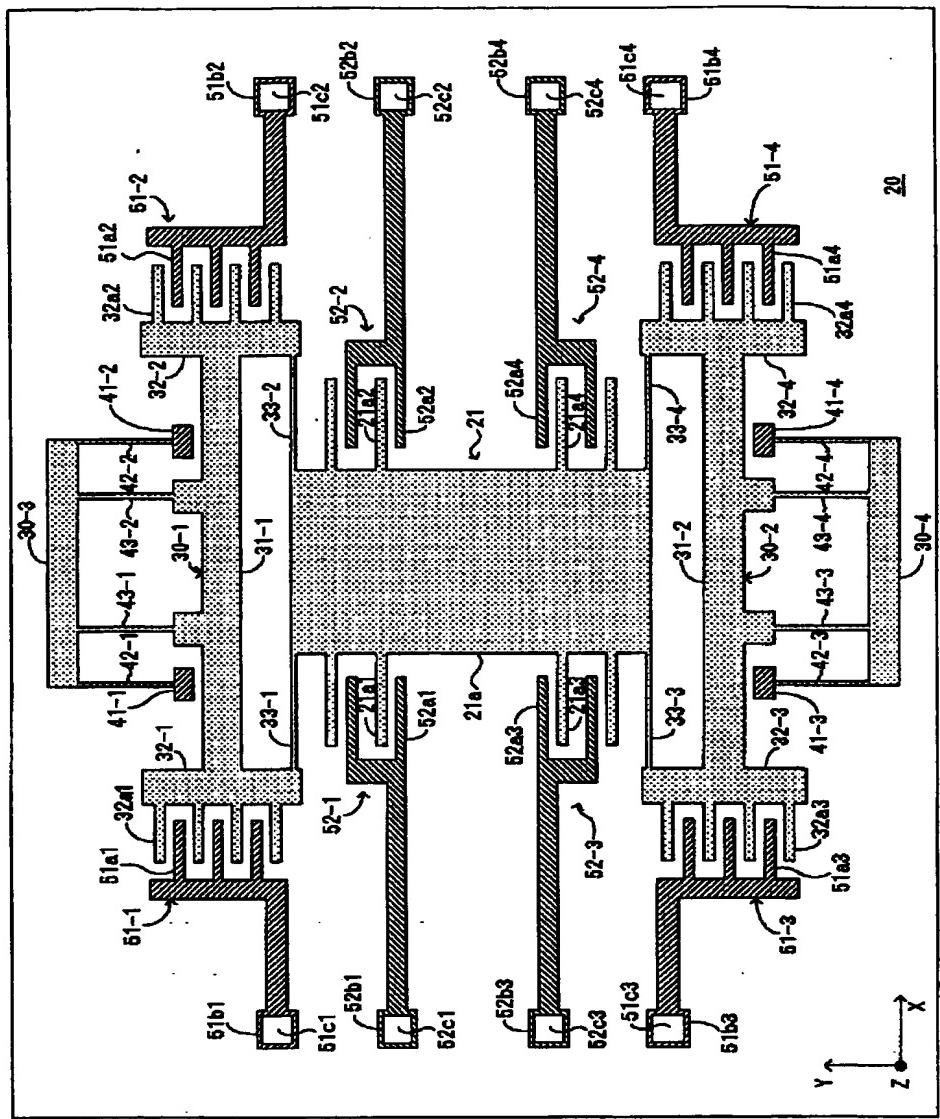
【図5】



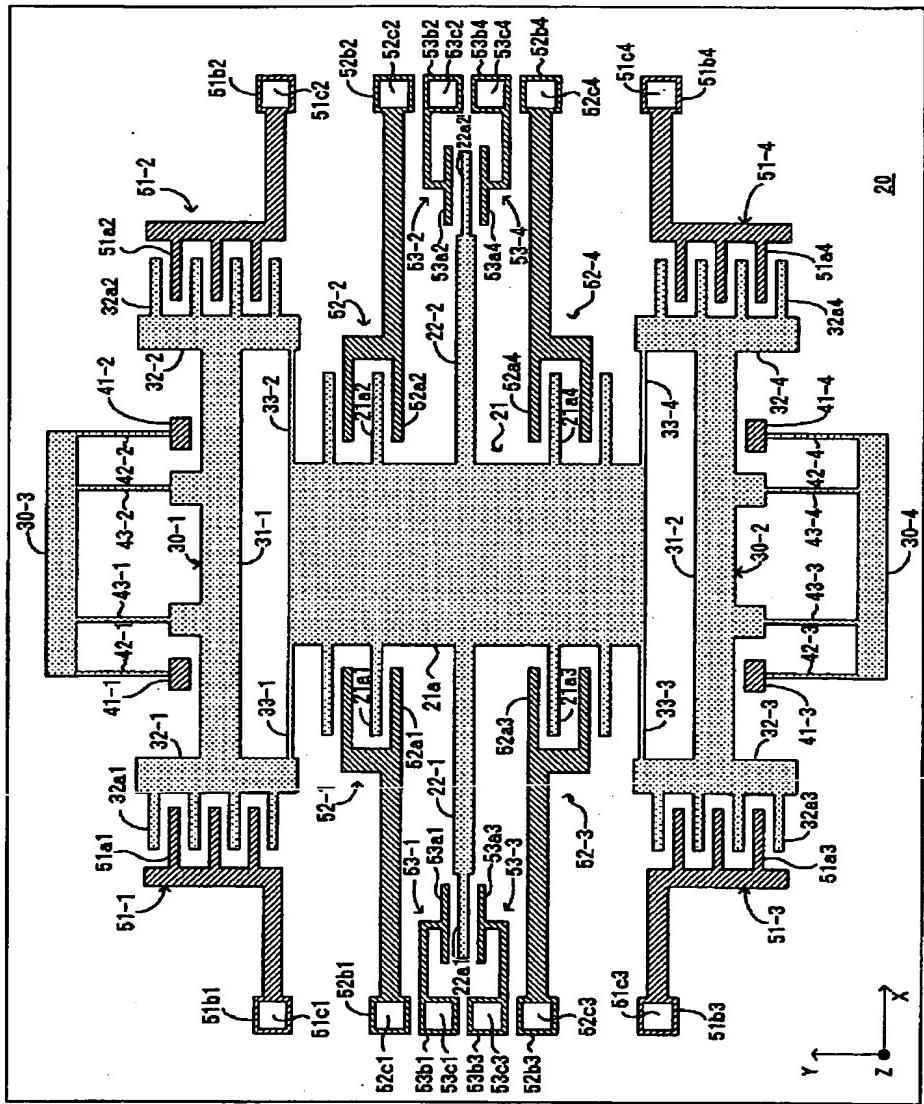
【図9】



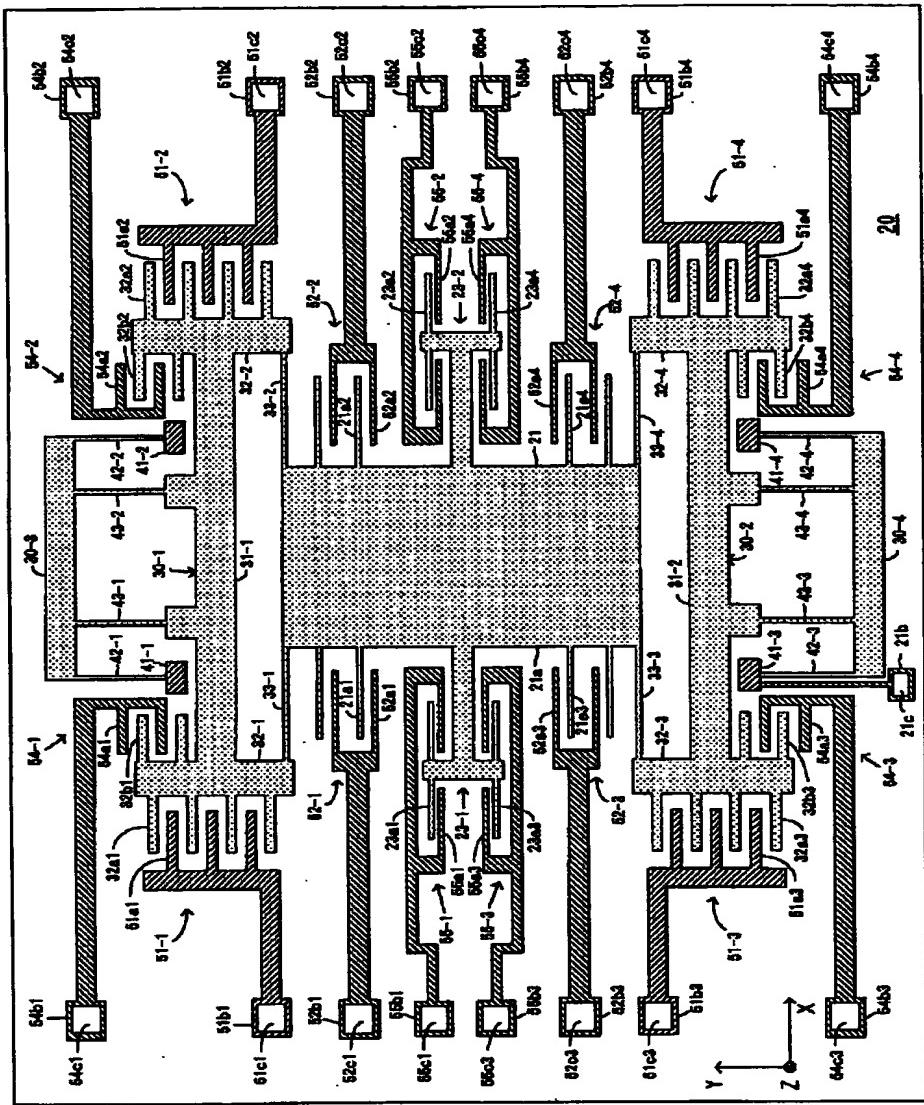
【図3】



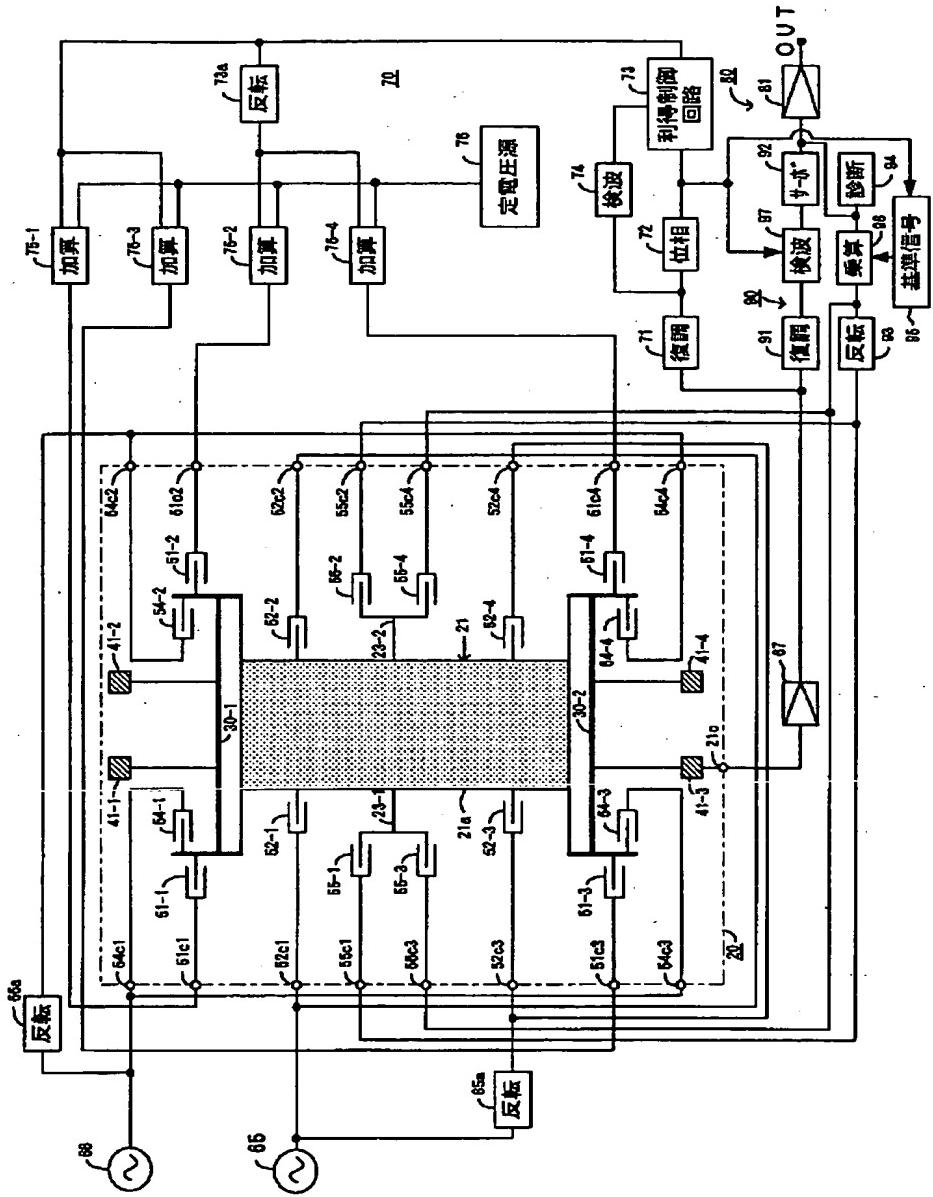
【图6】



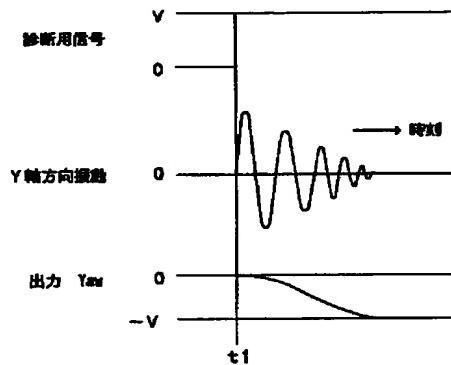
[図 7]



【図 8】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
H 01 L 41/09

識別記号

F I  
H 01 L 41/08

テーマコード(参考)  
U

(72) 発明者 千田 英美  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72) 発明者 千田 和身  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72) 発明者 岡山 優久  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72) 発明者 濑川 勉  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72) 発明者 横山 敦子  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
F ターム(参考) 2F105 AA01 BB20 CC04 CD02 CD03  
CD05 CD06 CD11 CD13